

Количественные сонографические характеристики периферических нервов у здоровых людей

Е.С. Наумова², С.С. Никитин^{1,2}, Д.С. Дружинин³

¹РОО «Общество специалистов по нервно-мышечным болезням», Москва, Россия;

²Клиника «Практическая неврология», Москва, Россия;

³ФГБОУ ВО «Ярославский государственный медицинский университет», Ярославль, Россия

Введение. Ультразвуковое исследование (УЗИ) позволяет неинвазивно сканировать периферические нервы с получением количественных и качественных характеристик.

Цель исследования. Определить нормативные значения площади поперечного сечения (ППС) нервов рук и ног, а также спинномозговых нервов у здоровых добровольцев.

Материалы и методы. Проведено УЗИ здоровым добровольцам – 40 мужчинам и 40 женщинам, средний возраст $40,3 \pm 15,1$ (от 18 до 70 лет) – периферических нервов рук и ног, а также спинномозговых нервов плечевого сплетения с обеих сторон. Использовался ультразвуковой сканер «Sonoscape S20» (Китай) с линейным датчиком 8–15 МГц. Оценивалась ППС периферических нервов. В анализ взяты рост, вес, индекс массы тела (ИМТ), возраст, пол.

Результаты. Получены нормативные значения ППС основных нервов рук, ног и спинномозговых нервов плечевого сплетения. Не обнаружено достоверной корреляции основных антропометрических параметров (рост, вес, ИМТ), а также возраста и пола с величиной ППС периферических нервов и плечевого сплетения.

Заключение. Получены данные, сопоставимые с результатами измерений других авторов, что свидетельствует об общности методических подходов к УЗИ нервов, принятых в других лабораториях.

Ключевые слова: ультразвуковое исследование нервов, площадь поперечного сечения, нормативные значения.

Quantitative sonographic parameters of the peripheral nerves in healthy individuals

Evgeniya S. Naumova², Sergey S. Nikitin^{1,2}, Dmitry S. Druzhinin³

¹Regional public organization “Association for Neuromuscular Diseases”, Moscow, Russia

²Clinics “Practical Neurology”, Moscow, Russia

³Yaroslavl State Medical University, Yaroslavl, Russia

Introduction. Ultrasonography allows non-invasive scanning of the peripheral nerves to record quantitative and qualitative parameters.

Objective. To determine the normal cross-sectional area (CSA) of the nerves in arms and legs, as well as spinal nerves in healthy volunteers.

Materials and methods. Bilateral ultrasonography of the peripheral nerves in arms and legs, as well as the spinal nerves in the brachial plexus was carried out in healthy volunteers: 40 males and 40 females with the mean age of 40.3 ± 15.1 (range, 18–70 years). A Sonoscape S20 ultrasound scanner (China) with an 8–15 MHz linear sensor. The cross-sectional area of the peripheral nerves was assessed. Height, weight, the body mass index (BMI), age, and gender were included in analysis.

Results. The reference CSA values for the major nerves of arms, legs, and spinal nerves of the brachial plexus were obtained. No reliable correlation of the main anthropometric parameters (height, weight, and BMI) as well as age and gender with the CSA of the peripheral nerves and the brachial plexus was found.

Conclusions. The findings are in accordance with the measured parameters reported by other authors, indicating that our methodological approach to nerve ultrasonography is similar to those used in other laboratories.

Keywords: nerve ultrasonography, cross-sectional area, reference values.

Введение

Ультразвуковое исследование (УЗИ) позволяет неинвазивно сканировать периферические нервы с получением количественных и качественных характеристик. Впервые данный метод был применен для визуализации возвратного гортанного нерва в 1985 г. [1] и для визуализации основных нервов верхних конечностей в 1988 г. [2].

Метод позволяет определять анатомическую целостность нерва и соотношение с окружающими тканями на протяжении большого участка, доступного визуализации. Высокая воспроизводимость результатов, методическая простота и информативность определяет растущий интерес к УЗИ нервов в неврологической практике. Несмотря на то, что визуализация периферических нервов при стандартной МРТ является более качественной, УЗИ имеет опре-

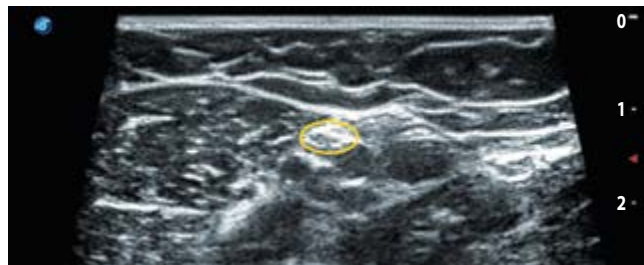
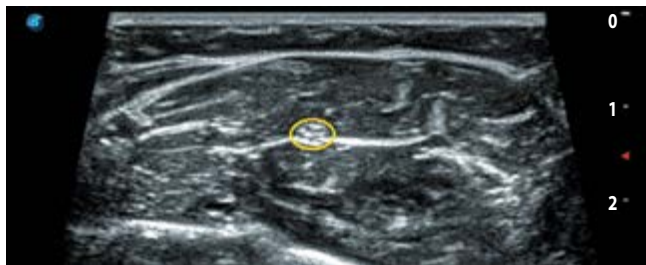


Рис. 1. Поперечное сканирование срединного нерва на уровне плеча и предплечья. Срединный нерв на уровне предплечья (слева) и плеча (справа)
Fig. 1. Transverse scanning of the median nerve at the level of shoulder and forearm. The median nerve at the level of forearm (left-) and shoulder (right-hand side)

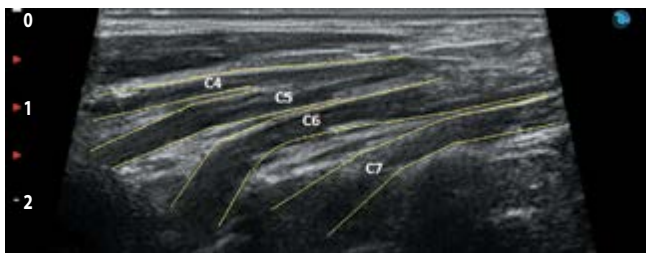


Рис. 2. Продольное сканирование спинномозговых нервов. Продольное сканирование ветвей плечевого сплетения
Fig. 2. Longitudinal scanning of spinal nerves. Longitudinal scanning of branches of the brachial plexus

деленные преимущества: проведение обследования у постели больного; одномоментное сканирование моторных и сенсорных нервов конечностей; исследование нерва на большом протяжении и в труднодоступных местах с учетом специфического хода; относительно малая стоимость исследования. Недостатком метода в ряде случаев является методическая сложность обследования пациентов с избыточным весом, невозможность унификации в толковании результатов в связи с использованием датчиков с разной разрешающей способностью, а также субъективность в оценке полученных данных, связанная с опытом специалиста.

При поперечном сканировании нерв представляет собой овальное или округлое образование с четким гиперэхогенным контуром и внутренней гетерогенной упорядоченной структурой (по типу «медовых сот») [2–4] (рис. 1); при продольном сканировании нерв лоцируется в виде линейной структуры с четким гиперэхогенным контуром, в составе которой правильно чередуются гипо- и гиперэхогенные полосы (по типу «электрического кабеля») (рис. 2). Это позволяет отличать нерв от любых расположенных рядом образований, например, сухожилий и сосудов [4, 5].

Обнаружение большинства крупных нервов конечностей и сплетений с помощью УЗИ также не представляет больших трудностей, особенно если специалисту известны стандартные анатомические ориентиры (артерии, вены, костные структуры и т.п.). Сложности возникают при оценке качественных и количественных характеристик периферических нервов. Общепринятым количественным показателем является площадь поперечного сечения (ППС) нерва [1, 2, 5–17]. Также предложены и другие количественные параметры – интраневральная вариабельность (отношение максимальной ППС к минимальной ППС в одном нерве), интерневральная вариабельность

(отношение максимальной и минимальной интраневральной вариабельности для каждого объекта исследования), асимметрия интраневральной вариабельности (отношение максимальной интраневральной вариабельности с одной стороны к минимальной с противоположной) [7]. Независимо от того, какие количественные параметры используются, основные проблемы возникают при выборе нормативных критериев, с которыми сравниваются полученные результаты.

Цель исследования – определить нормативные значения площади поперечного сечения (ППС) нервов рук и ног, а также спинномозговых нервов у здоровых добровольцев.

Материалы и методы

В период с февраля по июнь 2016 г. на базе медицинского центра «Практическая неврология» (Москва) проведено УЗИ здоровым добровольцам – 40 мужчинам и 40 женщинам, средний возраст $40,3 \pm 15,1$ (от 18 до 70 лет), без жалоб и не имеющих заболеваний нервной системы, а также иных заболеваний, потенциально ассоциированных с патологией периферического нейромоторного аппарата. Исследование проводилось на ультразвуковом сканере «Sonoscape S20» (Китай) линейным датчиком 8–15 МГц. Протокол исследования включал измерение ППС срединного, локтевого, лучевого, седалищного, малоберцового, большеберцового и икроножного нервов, а также спинномозговых нервов C5–C7 с обеих сторон. Измерение проводили на выбранных участках конечностей и плечевого сплетения в соответствии с международным протоколом два оператора. Для удобства изложения каждому уровню измерения присвоено буквенно-цифровое обозначение (табл. 1).

Продолжительность исследования не превышала 35–45 мин. ППС оценивалось с использованием встроенной автоматической программы (ellipse tool). Статистическая обработка данных проводилась в программе Statistica 10.0. Из полученной выборки величины ППС для каждого уровня измерения были исключены крайние величины, соответствующие 95 и 5 процентилям. При сравнении групп значения были проверены на нормальность распределения тестом Колмогорова-Смирнова. При нормальном (Гауссовом) распределении использовали парный критерий Стьюдента. Также рассчитывался коэффициент корреляции Пирсона между ППС и антропометрическими данными (возраст, рост, вес, ИМТ). Достоверной считалась корреляция $\geq 0,7$, при которой значение $p < 0,05$. Воспроизводимость результатов была оценена с помощью расчета коэффициента внутриклассовой корреляции (ICC). При статистической обработке полученные результаты счита-

Таблица 1. Уровни измерения периферических нервов

Нерв	Уровень измерения	Внешний ориентир	Анатомический ориентир
N. medianus	Запястье	Нижняя треть предплечья – 1–1,5 см выше складки запястья	Нижняя треть предплечья – между сухожилиями поверхностного и глубокого сгибателя пальцев
	Круглый пронатор	Верхняя треть предплечья – 2–3 см ниже локтевого сгиба	Между круглым пронатором и поверхностным сгибателем пальцев
	Средняя треть предплечья	Середина плеча по медиальной поверхности	Над плечевой артерией – проекция сосудисто-нервного пучка
N. ulnaris	Запястье	Нижняя треть предплечья – 0,5–1 см выше гороховидной кости	Латеральнее локтевой артерии, рядом с сухожилием локтевого сгибателя запястья
	Уровень локтевого сгибателя запястья	Верхняя треть предплечья на 2 см ниже медиального надмыщелка локтевого сустава	Между мышечными ножками локтевого сгибателя запястья
	Средняя треть предплечья	Середина плеча, по медиальной поверхности	Медиальнее и ниже от плечевой артерии, в проекции сосудисто-нервного пучка
N. radialis	Спиральный канал	Граница средней и нижней трети плеча по латеральной поверхности	Нерв над плечевой костью в проекции спирального канала, рядом с артерией, огибающей плечевую кость
Nn. spinales	C5		
	C6	Передне-боковая поверхность шеи, нижняя треть латерального края кивательной мышцы	На уровне поперечного отростка соответствующего позвонка
	C7		
N. ischiadicus	Подколенная ямка	Задняя поверхность бедра по медиальной линии – 5–7 см выше подколенной складки	Между полуперепончатой мышцей медиально и двуглавой мышцей бедра латерально
N. peroneus	Головка малоберцовой кости	Латеральная поверхность подколенной ямки – на 0,5 см выше головки малоберцовой кости	Под медиальным краем двуглавой мышцы бедра и латеральной головкой икроножной мышцы
N. tibialis	Уровень подколенной ямки	Подколенная складка по медиальной линии или на 1–2 см ниже	Над подколенной артерией, между медиальной и латеральной головками икроножной мышцы
N. suralis	Уровень нижней трети голени	По латеральной поверхности голени в нижней трети	Вдоль латерального края пяточного сухожилия в сопровождении медиально расположенной малой подкожной вены

лись достоверными при $p < 0,05$. Перед началом исследования все подписали информированное согласие.

Результаты

Значения ППС при измерении нервов с обеих сторон представлены в табл. 2.

Достоверных различий в показателях ППС для правой и левой сторон тела не выявлено. Среднее значение ППС периферических нервов у мужчин и женщин представлено в табл. 3.

Средние значения ППС периферических нервов у мужчин и женщин на всех исследуемых уровнях также достоверно не различались.

Измерение ППС нервов рук больше чем на одном уровне позволили рассчитать значения показателей интраневральной и интерневральной вариабельности и были выполнены для срединного и локтевого нервов (табл. 4).

Для локтевого нерва характерна большая интраневральная вариабельность, чем для срединного нерва. Все измерения для срединного и локтевого нервов носили симметричный характер.

Корреляция между основными антропометрическими данными и величиной ППС

Расчет коэффициента корреляции Пирсона величины ППС с анализируемыми антропометрическими показателями представлен в табл. 5.

В результате анализа не выявлено корреляции выбранных антропометрических характеристик с величинами ППС нервов в зависимости от уровня измерений. Корреляция интраневральной и интерневральной вариабельности с основными антропометрическими показателями представлена в табл. 6.

Достоверных корреляций с основными антропометрическими данными интраневральной и интерневральной вариабельности получено не было.

Таблица 2. Значение ППС (в мм²) исследованных нервов на разных уровнях

Уровень измерения	Правая сторона		Левая сторона			
	M±SD	Max	Min	M±SD	Max	Min
Срединный нерв						
Запястье	6,7±1,8	9,6	3,4	6,3±1,6	11,1	3,1
Круглый пронатор	6,7±1,9	11,9	3,2	6,8±1,8	12,1	3,7
Средняя треть плеча	7,9±1,9	8,3	4,5	7,8±2,2	15,2	3,3
Локтевой нерв						
Запястье	4,3±1,4	6,9	1,8	4,5±1,3	7,9	2,3
Локтевой сгибатель запястья	6,2±1,7	7,9	2,7	6,1±1,8	13,2	2,8
Средняя треть плеча	6,9±2,1	12,0	3,6	6,9±2,1	13,3	3,0
Лучевой нерв						
Спиральный канал	5,3±1,8	7,7	2,5	5,1±1,6	10,4	1,7
Спинномозговые нервы						
C5	5,0±1,6	6,1	2,4	5,0±1,2	9,9	2,3
C6	7,5±2,0	12,0	3,1	7,7±2,5	14,5	3,7
C7	9,4±2,6	15,4	3,4	9,6±3,3	22,0	3,4
Седалищный нерв						
Нижняя треть бедра	43,3±14,1	90,6	18,9	42,4±13,2	88,3	14,2
Малоберцовый нерв						
Головка малоберцовой кости	8,1±2,5	11,4	3,8	8,4±3,8	30,8	3,8
Большеберцовый нерв						
Подколенная ямка	23,3±5,7	34,0	11,6	23,7±5,7	42,9	12,4
Икроножный нерв						
Нижняя треть голени	3,1±0,9	5,9	1,2	3,1±1,0	7,0	1,5

Таблица 3. Средние значения площади поперечного сечения (мм²) у мужчин и женщин

Нерв		Правая сторона			Левая сторона		
		мужчины	женщины	p	мужчины	женщины	p
Срединный	Запястье	7,17±2,06	6,26±1,41	0,3321	6,74±1,88	5,93±1,25	0,4523
	Круглый пронатор	7,30±2,18	6,87±1,48	0,7233	7,16±1,88	6,31±1,60	0,4148
	Средняя треть плеча	8,42±2,05	7,42±1,54	0,8534	8,31±2,28	7,30±1,87	0,5321
Локтевой	Запястье	4,59±1,43	3,92±1,22	0,7233	4,77±1,37	4,20±1,06	0,8963
	Локтевой сгибатель запястья	6,70±1,67	5,71±1,48	0,1634	6,58±2,06	5,59±1,26	0,8744
	Средняя треть плеча	7,52±2,17	6,18±1,72	0,1132	7,16±2,21	6,54±1,93	0,5785
Лучевой		5,74±1,79	4,81±1,66	0,2863	5,36±1,48	4,8±1,61	0,6874
Спинномозговые нервы	C5	5,06±1,38	4,86±1,70	0,3456	4,91±1,08	5,04±1,36	0,7785
	C6	7,24±2,02	7,66±2,02	0,8775	7,17±2,29	8,16±2,61	0,6321
	C7	9,12±2,60	9,53±2,63	0,9852	9,25±3,64	9,78±2,98	0,8637
Седалищный		41,3±9,80	43,02±9,3	0,7654	40,9±8,50	41,5±9,40	0,8468
Малоберцовый		8,25±2,60	7,89±2,38	0,5334	8,54±2,89	8,2±4,49	0,9321
Большеберцовый		23,6±5,9	22,9±4,3	0,7985	24,17±7,06	23,2±3,96	0,7581
Икроножный		3,06±0,93	3,06±0,78	0,9524	3,09±0,99	2,99±0,98	0,6347

Таблица 4. Показатели интраневральной и интерневральной вариабельности срединного и локтевого нервов

Нерв		Среднее значение всех измерений ППС, мм ²	Интраневральная вариабельность	Асимметрия интраневральной вариабельности	Интерневральная вариабельность
Срединный	справа	16,3±1,8	1,18±0,10	1,04±0,01	1,36±0,23
	слева	15,6±2,4	1,23±0,15		
Локтевой	справа	14,4±1,4	1,61±0,26	1,05±0,01	
	слева	12,9±1,9	1,52±0,33		

Таблица 5. Корреляция ППС с основными демографическими показателями у 80 здоровых добровольцев (коэффициент Пирсона)

Уровень измерения	вес	Правая сторона			ИМТ	Левая сторона		
		рост	возраст	Срединный нерв		рост	возраст	ИМТ
Запястье	0,28	0,24	0,07	0,32	0,26	0,25	0,02	0,28
Круглый пронатор	0,52	0,43	0,06	0,41	0,48	0,36	0,14	0,33
Средняя треть плеча	0,36	0,40	-0,02	0,32	0,49	0,39	0,02	0,28
Локтевой нерв								
Запястье	0,24	0,28	-0,08	0,19	0,31	0,31	-0,01	0,21
Локтевой сгибатель запястья	0,44	0,37	0,02	0,33	0,39	0,35	-0,01	0,30
Средняя треть плеча	0,39	0,43	-0,12	0,23	0,36	0,31	0,05	0,24
Лучевой нерв								
Спиральный канал	0,41	0,35	-0,02	0,24	0,26	0,27	-0,15	0,27
Спинномозговые нервы								
C5	0,05	0,08	-0,07	0,09	-0,01	0,08	0,14	0,06
C6	0,07	0,01	0,24	0,11	-0,03	0,01	0,10	0,09
C7	0,05	0,03	0,03	0,12	0,03	0,01	0,07	0,05
Седлищный нерв								
Нижняя треть бедра	0,47	0,16	0,37	0,31	0,52	0,21	0,36	0,44
Малоберцовый нерв								
Головка малоберцовой кости	0,13	0,05	0,04	0,21	0,16	0,07	0,09	0,14
Большеберцовый нерв								
Подколенная ямка	0,31	0,08	0,17	0,27	0,15	-0,27	0,26	0,13
Икроножный нерв								
Нижняя треть голени	0,28	0,12	0,22	0,23	0,46	0,13	0,24	0,21

Таблица 6. Коэффициент корреляции Пирсона интраневральной и интерневральной вариальности с демографическими показателями

	Вес	Рост	Возраст	ИМТ*
Интраневральная вариальность n. medianus	-0,11	0,21	0,07	0,12
Интраневральная вариальность n. ulnaris	-0,08	0,22	0,08	0,11
Интерневральная вариальность	-0,16	0,10	-0,02	0,32

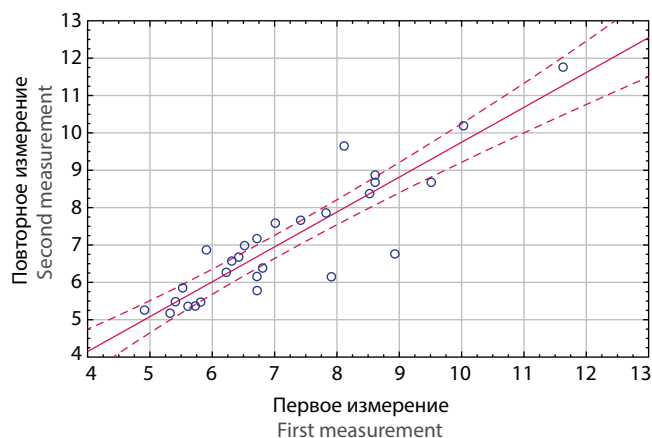
Рис. 3. Коэффициент корреляции между первым и вторым измерениями у пяти испытуемых на разных уровнях измерения; $r=0,0904$

Fig. 3. The correlation coefficient between the first and second measurements in 5 individuals being tested at different measurement levels: $r=0,0904$

Таблица 7. Коэффициент внутриклассовой корреляции при повторных измерениях ($n=5$)

Номер наблюдения	ICC	Доверительный интервал		p
		верхняя граница	нижняя граница	
1	0,89	0,97	0,63	$p=0,0010$
2	0,68	0,87	0,48	$p=0,0200$
3	0,95	0,98	0,84	$p=0,0001$
4	0,90	0,97	0,65	$p=0,0001$
5	0,72	0,91	0,51	$p=0,0040$

ICC при повторных измерениях варьировал в диапазоне от 0,68 до 0,95 (среднее значение – 0,82).

После окончания исследования, через 3–5 мес, пяти испытуемым повторно было проведено УЗИ по описанному выше протоколу (рис. 3, табл. 7).

Обсуждение

В ходе обследования измерена ППС основных нервов верхних и нижних конечностей с обеих сторон у 80 здоровых добровольцев. Полученные данные сопоставимы с результатами измерения других авторов (табл. 8), что свидетельствует о корректности дизайна обследования и соответствии методических подходов к УЗИ нервов, принятых в других лабораториях.

В ранних работах С. Zaidmann et al., 2009 [7] и М. Cartwright et al., 2008 [6] у здоровых лиц не выявлено корреляции ППС с весом, ИМТ, ростом и полом; предположена связь среднего значения ППС по срединному и локтевому нервам и возрастом. В последующих исследованиях эта зависимость не получила подтверждения [5, 16]. В нашем исследовании также не выявлено зависимости ППС от роста, веса, ИМТ

Таблица 8. Сравнение параметров средней ППС собственного исследования и результатов других авторов [5, 6, 8, 13, 17]

Нерв	Уровень измерения	Собственные данные (n=80)	Boehm J. et al., 2013 (n=56)	Mohammad Q., 2016 (n=75)	Won S. et al. 2012, 2013 (n=97)	Kerasnoudis A. et al. 2013 (n=75)	Cartwright M. et al. 2008 (n=60)
N.medianus	Запястье	6,7±1,8	5,7±1,3	10,4±2,4	8,3±1,5	8,43±2,07	9,8±2,4
	Круглый пронатор	6,7±1,9	—	7,3±1,7	6,5±1,82	6,6±1,6	7,5±1,6
	Средняя треть предплечья	7,9±1,9	8,9±1,8	10,3±3,4	9,4±1,86	8,4±2,87	8,9±2,1
N.ulnaris	Запястье	4,3±1,4	5,2±1,3	5,0±1,7	6,3±1,0	5,46±1,26	6,3±1,0
	Уровень локтевого сгибателя запястья	6,2±1,7	7,6±2,1	6,2±1,5	7,2±1,4	5,33±1,44	6,6±1,1
	Средняя треть предплечья	6,9±2,1	6,3±1,7	6,9±2,4	5,9±1,1	6,53±1,82	6,3±1,0
N. radialis	Спиральный канал	5,3±1,8	4,2±1,0	6,5±1,7	2,0±0,5	3,26±1,52	7,9±2,7
Nn.spinales	C5	5,0±1,6	5,6±1,6	—	10,4±1,86	—	—
	C6	7,5±2,0	9,5±2,7	—	8,98±1,65	—	—
	C7	9,4±2,6	10,0±2,9	—	10,4±1,83	—	—
N. ischiadicus	Подколенная ямка	43,3±14,1	—	—	—	—	52,6±14,0
N. peroneus	Уровень головки малоберцовой кости	7,9±2,59	8,9±2,0	11,1±3,8	—	7,1±2,36	11,2±3,3
N.tibialis	Уровень подколенной ямки	21,8±6,8	9,6±2,2	12,7±3,4	—	6,36±1,45	13,7±4,3
	Уровень лодыжки	—	—	12,7±3,4	—	6,33±1,61	6,21±1,8
N.suralis	Уровень нижней трети голени	1,5±0,9	1,8±0,6	2,1±0,8	—	1,82±0,64	5,3±1,8

и пола, что полностью согласуется с отсутствием зависимости ППС периферических нервов во взрослой популяции от антропометрических данных.

По аналогии с исследованием J. Boehm et al. (2014) был рассчитан коэффициент внутриклассовой корреляции при сопоставлении первичных и повторных измерений одних и тех же лиц. Среднее значение коэффициента на примере 5 повторных измерений — 0,82, что не имело существенных различий с результатами, полученными другими авторами, — 0,93 [5]. Это свидетельствует о воспроизводимости полученных измерений.

Список литературы

1. Solbiati L., De Pra L., Ierace T. et al. High-resolution sonography of the recurrent laryngeal nerve: anatomic and pathologic considerations. *AJR Am J Roentgenol.* 1985; 145: 989–993. PMID: 901711; DOI: 10.2214/ajr.145.5.989.
2. Fornage B.D. Peripheral nerves of the extremities: imaging with US. *Radiology.* 1988; 167(1): 179–182. PMID: 3279453; DOI: 10.1148/radiology.167.1.3279453.
3. Еськин Н.А., Голубев В.Г., Богдасhevский Д.Р. и др. Эхография нервов, сухожилий и связок. *Sono Ace International.* 2005; 13: 82–94.
4. Миронов С.П., Еськин Н.А., Голубев В.Г. и др. Ультразвуковая диагностика патологии сухожилий и нервов конечностей. *Вестник травматологии и ортопедии.* 2004; 3: 3–4.
5. Boehm J., Scheidl E., Bereczki D. et al. High-resolution ultrasonography of peripheral nerves: measurements on 14 nerve segments in 56 healthy subjects and reliability assessments. *Ultraschall Med* 2014; 35: 459–467. PMID: 24764211; DOI:10.1055/s-0033-1356385.
6. Cartwright M., Passmore L., Yoon J. et al. Cross-sectional area reference values for nerve ultrasonography. *Muscle Nerve* 2008; 37: 566–571. PMID: 18351581; DOI:10.1002/mus.21009.
7. Zaidman C., Al-Lozi M., Pestronk A. Peripheral nerve size in normals and patients with polyneuropathy: an ultrasound study. *Muscle Nerve* 2009; 40: 960–966. PMID: 19697380; DOI:10.1002/mus.21431.

Заключение

Проведенный анализ ППС нервов рук и ног, а также спинномозговых нервов у здоровых добровольцев не обнаружил значимых различий от результатов других авторов. Нами не обнаружено достоверной корреляции между основными антропометрическими параметрами (рост, вес, ИМТ), а также возраста и пола с величиной ППС периферических нервов и плечевого сплетения.

*Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.
The authors declare that there is no conflict of interest.*

References

1. Solbiati L., De Pra L., Ierace T. et al. High-resolution sonography of the recurrent laryngeal nerve: anatomic and pathologic considerations. *AJR Am J Roentgenol.* 1985; 145: 989–993. PMID: 3901711; DOI: 10.2214/ajr.145.5.989.
2. Fornage B.D. Peripheral nerves of the extremities: imaging with US. *Radiology.* 1988; 167(1): 179–182. PMID: 3279453; DOI: 10.1148/radiology.167.1.3279453.
3. Es'kin N.A., Golubev V.G., Bogdashevskiy D.R. et al. [Sonography of the nerves, tendons and ligaments]. *Sono Ace International.* 2005. 13: 82–94. (In Russ.).
4. Mironov S.P., Es'kin N.A., Golubev V.G. et al. [Ultrasound diagnosis of pathology of the tendons and nerves of limbs]. *Bulletin of traumatology and orthopedics.* 2004. 3: 3–4. (In Russ.).
5. Boehm J., Scheidl E., Bereczki D. et al. High-resolution ultrasonography of peripheral nerves: measurements on 14 nerve segments in 56 healthy subjects and reliability assessments. *Ultraschall Med* 2014; 35: 459–467. PMID: 24764211; DOI:10.1055/s-0033-1356385.
6. Cartwright M., Passmore L., Yoon J. et al. Cross-sectional area reference values for nerve ultrasonography. *Muscle Nerve* 2008; 37: 566–571. PMID: 18351581; DOI:10.1002/mus.21009.
7. Zaidman C., Al-Lozi M., Pestronk A. Peripheral nerve size in normals and patients with polyneuropathy: an ultrasound study. *Muscle Nerve* 2009; 40: 960–966. PMID: 19697380; DOI:10.1002/mus.21431.

8. Qrimli M, Ebadi H, Breiner A. et al. Reference values for ultrasonography of peripheral nerves. *Muscle Nerve*. 2016; 53(4): 538–544. PMID: 26316047; DOI: 10.1002/mus.24888.
9. Haun D., Cho J., Kettner N. Normative cross-sectional area of the C5–C8 nerve roots using ultrasonography. *Ultrasound Med Biol*. 2010; 36(9): 1422–1430. PMID: 20800169; DOI: 10.1016/j.ultrasmedbio.2010.05.012.
10. Bathala L., Kumar P., Kumar K. et al. Normal values of median nerve cross-sectional area obtained by ultrasound along its course in the arm with electrophysiological correlations, in 100 Asian subjects. *Muscle Nerve*. 2014; 49(2): 284–286. PMID: 23703739; DOI: 10.1002/mus.23912.
11. Yalcin E., Onder B., Akyuz M. Ulnar nerve measurements in healthy individuals to obtain reference values. *Rheumatol Int*. 2013; 33(5): 1143–1147. PMID: 22948543; DOI: 10.1007/s00296-012-2527-9.
12. Chen J., Wu S., Ren J. Ultrasonography reference values for assessing normal radial nerve ultrasonography in the normal population. *Neural Regen Res*. 2014 15; 9(20): 1844–1849. PMID: 25422648; DOI: 10.4103/1673-5374.143433.
13. Won S., Kim B., Park K. et al. Measurement of cross-sectional area of cervical roots and brachial plexus trunks. *Muscle Nerve*. 2012; 46(5): 711–716. PMID: 23055312; DOI: 10.1002/mus.23503.
14. Seok H.Y., Jang J., Won S. et al. Cross-Sectional Area Reference Values of Nerves in the Lower Extremities Using Ultrasonography. *Muscle Nerve* 50: 564–570, 2014. PMID: 24639103; DOI: 10.1002/mus.24209.
15. Sugimoto T., Ochi K., Hosomi N., et al. Ultrasonography reference sizes of the median and ulnar nerves and the cervical nerve roots in healthy Japanese adults. *Ultrasound Med Biol* 2013; 39: 1560–1570. PMID: 23830101; DOI: 10.1016/j.ultrasmedbio.2013.03.031.
16. Cartwright M., DeMar S., Griffith L.P. et al. Validity and reliability of nerve and muscle ultrasound. *Muscle Nerve* 2013; 47: 515–521. PMID: 23400913; DOI: 10.1002/mus.23621.
17. Kerasnoudis A., Pitarokouli K., Behrendt V. et al. Cross sectional area reference values for sonography of peripheral nerves and brachial plexus. *Clin Neurophysiol*. 2013; 124(9): 1881–1888. PMID: 23583024; DOI: 10.1016/j.clinph.2013.03.007.
8. Qrimli M., Ebadi H., Breiner A. et al. Reference values for ultrasonography of peripheral nerves. *Muscle Nerve*. 2016; 53(4): 538–544. PMID: 26316047; DOI: 10.1002/mus.24888.
9. Haun D.W., Cho J.C., Kettner N.W. Normative cross-sectional area of the C5–C8 nerve roots using ultrasonography. *Ultrasound Med Biol*. 2010; 36(9): 1422–1430. PMID: 20800169; DOI: 10.1016/j.ultrasmedbio.2010.05.012.
10. Bathala L., Kumar P., Kumar K. et al. Normal values of median nerve cross-sectional area obtained by ultrasound along its course in the arm with electrophysiological correlations, in 100 Asian subjects. *Muscle Nerve*. 2014; 49(2): 284–286. PMID: 23703739; DOI: 10.1002/mus.23912.
11. Yalcin E., Onder B., Akyuz M. Ulnar nerve measurements in healthy individuals to obtain reference values. *Rheumatol Int*. 2013; 33(5): 1143–1147. PMID: 22948543; DOI: 10.1007/s00296-012-2527-9.
12. Chen J., Wu S., Ren J. Ultrasonography reference values for assessing normal radial nerve ultrasonography in the normal population. *Neural Regen Res*. 2014 15; 9(20): 1844–1849. PMID: 25422648; DOI: 10.4103/1673-5374.143433.
13. Won S., Kim B., Park K. et al. Measurement of cross-sectional area of cervical roots and brachial plexus trunks. *Muscle Nerve*. 2012; 46(5): 711–716. PMID: 23055312; DOI: 10.1002/mus.23503.
14. Seok H.Y., Jang J.H., Won S.H. et al. Cross-Sectional Area Reference Values of Nerves in the Lower Extremities Using Ultrasonography. *Muscle Nerve* 50: 564–570, 2014. PMID: 24639103; DOI: 10.1002/mus.24209.
15. Sugimoto T., Ochi K., Hosomi N. et al. Ultrasonography reference sizes of the median and ulnar nerves and the cervical nerve roots in healthy Japanese adults. *Ultrasound Med Biol* 2013; 39: 1560–1570. PMID: 23830101; DOI: 10.1016/j.ultrasmedbio.2013.03.031.
16. Cartwright M.S., DeMar S., Griffith L.P. et al. Validity and reliability of nerve and muscle ultrasound. *Muscle Nerve* 2013; 47: 515–521. PMID: 23400913; DOI: 10.1002/mus.23621.
17. Kerasnoudis A., Pitarokouli K., Behrendt V. et al. Cross sectional area reference values for sonography of peripheral nerves and brachial plexus. *Clin Neurophysiol*. 2013; 124(9): 1881–1888. PMID: 23583024; DOI: 10.1016/j.clinph.2013.03.007.

Информация об авторах: Наумова Евгения Сергеевна — врач-невролог, клиника «Практическая неврология». 117218, Москва, ул. Кржижановского, д. 17, корп. 2 (офис Медицинского центра «Практическая неврология»). Тел.: +7 903-576-43-99, e-mail: naumovaes@gmail.com;

Никитин С.С. — председатель РОО «Общество специалистов по нервно-мышечным болезням», клиника «Практическая неврология»;

Дружинин Д.С. — асс. кафедры нервных болезней с курсом медицинской генетики и детской неврологии ЯГМУ.

Information about the authors: Evgeniya S. Naumova, MD, Neurologist, Clinics “Practical Neurology”, Russia, 117218, Moscow, ul. Krzhizhanovskogo, 17-2, Tel.: +7-903-576-43-99, E-mail: naumovaes@gmail.com;

Sergey S. Nikitin, Prof., Head of Regional public organization “Association for Neuromuscular Diseases”, Moscow, Russia; Clinics “Practical Neurology”, Moscow, Russia;

Dmitriy S. Druzhinin, PhD, Teaching Assistant, Yaroslavl State Medical University, Yaroslavl, Russia.

Для цитирования: Наумова Е.С., Никитин С.С., Дружинин Д.С. Количественные сонографические характеристики периферических нервов у здоровых людей. *Анналы клинической и экспериментальной неврологии*. 2017; 11(1): 55–61.

For citation: Naumova E.S., Nikitin S.S., Druzhinin D.S. [Quantitative sonographic parameters of the peripheral nerves in healthy individuals]. *Annals of Clinical and Experimental Neurology*. 2017; 11(1): 55–61. (In Russ.)